

I - B399

既設RC橋脚基礎の耐震評価手法とそのケーススタディ

中央復建コンサルタンツ 正会員 ○田中隆一郎
 同上 正会員 田中 玲光
 大阪市計画調整局 吉松 康公
 大阪市交通局 正会員 山口 博章
 大阪大学 フェロー会員 松井 繁之

1. はじめに

大阪市では、地震直後の平成7年3月、「大阪市土木・建築構造物震災対策技術検討会」が発足し、市域に位置する上町断層系の活動を想定した地震動を策定し、これに対する構造物の耐震評価方法や耐震向上方策を検討してきた。本報告は、検討会での2年間の成果を踏まえて、大変位領域における基礎構造物の耐震性能を定量的に評価する手法とそのケーススタディについて報告するものである。

2. 耐震性評価手法の概要

基礎構造物の耐震性評価は、上部工、基礎構造物、地盤の一体系の非線形動的応答解析が可能であれば、解析手法は格段に省力化できる。しかし、地盤と構造物の相互作用、地盤と基礎構造物の非線形性等に解析上の制約があり、現時点では確立されたツールがない。これらの状況の対応策として、本検討では上部構造と基礎構造とを図-1のように分離する解析手法を試みた。

まず、高架橋上部工の動的解析を大阪市想定地震動を用いて行い、得られた柱脚下端の最大応答パネ反力を上限として、杭とフーチングを骨組みとした2次元非線形静的骨組み解析を荷重増分法にて行う。次にその結果より荷重～変位曲線を求め、動的解析時の最大応答値に匹敵する荷重ステップから各部材の耐力と変形性能を照査する。

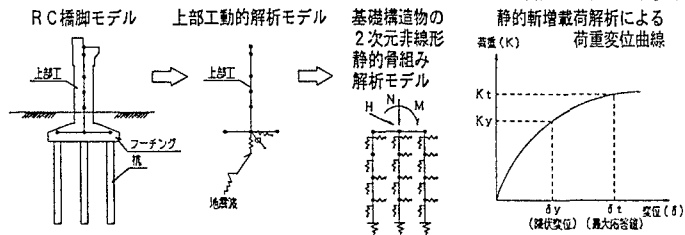


図-1 RC橋脚基礎の耐震評価モデル

3. 高架橋上部工の非線形動的応答解析

(1) 解析方法および解析条件

①入力地震動 入力地震動としては、解析対象構造物の地盤種別を考慮して、大阪市想定地震波西大阪地盤の地表面波形（最大加速度 664gal）のうち主動部の 40sec（図-3）を用い、高架橋下端の支持点に入力した。

②解析モデル 解析モデルは、図-2に示す門型橋脚で基礎は鉄筋コンクリート既製杭（2×6本、 $\phi=0.45\text{m}$ 、 $L=36.0\text{m}$ ）でありこれを2次元多質点系パネモデルとし、高架橋下端の支持点には、基礎構造物と地盤の相互作用を考慮した鉛直、水平および回転パネを設置した。また、基礎構造物および地盤は非線形性を考慮した。

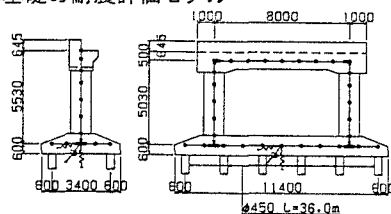


図-2 構造一般図

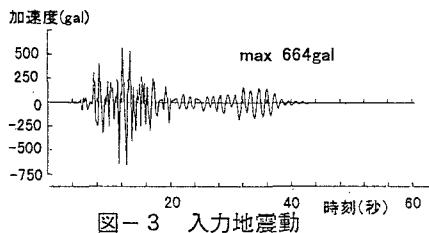


図-3 入力地震動

RC橋脚基礎、動的解析、2次元パネモデル、荷重～変位曲線

〒 532 大阪市淀川区西宮原 1-8-29 MB32 中央復建コンサルタンツ(株)

Tel (06)393-1105 Fax(06)393-7527

③部材の非線形性 高架橋上部工の非線形性は、鉄筋コンクリートのひびわれ、降伏、終局を考慮したトリニア型モデルとした。

④土質条件 表-1に示すように上層部はN=2~5の粘性土層、下層部および杭先端はN値=25~50の砂質土層である。

表-1 土質条件

土質	層厚(m)	N値
砂質土	10.0	5
粘性土	13.0	2
砂質土	7.0	25
砂質土	6.0	40
砂質土	杭先端	50

(2)解析結果

表-2に動的応答解析結果を示す。

表-2 動的解析結果

項目	最大応答値				
	加速度 (m/sec ²)	固有周期 (sec)	曲げモーメント (tfm)	せん断力 (tf)	天端変位 (cm)
線路方向	549	0.65	297.50	79.87	8.14
線路直角方向	620	0.53	263.75	129.68	2.14

4. 基礎構造物の2次元骨組静的解析

(1)解析方法および解析条件

杭体の非線形性については、高架橋上部工と同様にトリニア型モデルとし、

軸力変動を考慮した。地盤の非線形性については、P~δ関係をバイリニア型で設定し、地盤の抵抗力の上限値は、基礎標準1)に示す有効抵抗土圧力や最大周面支持力または基準先端支持力とした。また、地盤バネは地震時バネとし、群杭基礎の水平地盤反力係数を杭列毎に補正することとし、フーチングの前面抵抗については、極限水平支持力を上限とした。

(2)解析結果

①大変位領域における変形特性 図-4に、最大応答バネ反力を漸増载荷した場合のフーチング中心における荷重~変位曲線を示す。水平荷重 160tf 付近で、荷重~変位曲線に明確な折れ点が生じた。

②耐震性の検討 架橋上部工の動的応答解析結果より得られる最大応答バネ反力を载荷した場合の水平変位は、線路方向、線路直角方向それぞれ 1.01cm、3.69cm となった。また、最大応答変位発生時の断面力を用いて杭部材の安全性の照査を行った。その結果を表-3に示す。線路方向、線路直角方向ともに、杭体の耐震性能がほぼ満足される結果となった。

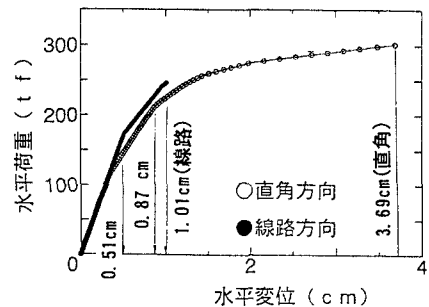


図-4 フーチング中心の荷重~変位曲線

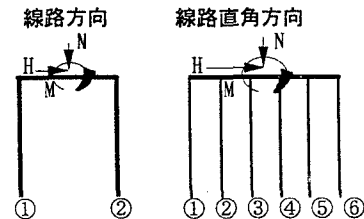


図-5 骨組解析モデル

表-3 杭部材の安全性の照査

項目	杭列No.	発生断面力			耐力			照査			備考
		軸力 (tf)	曲げモーメント Md(tfm)	せん断力 Vd(tf)	Myd (tfm)	Vyd (tf)	Mud (tfm)	Md/Myd	Vd/Vyd	Md/Mud	
線路方向	①	-26.24	2.26	4.96	2.40	20.99	4.22	0.94	0.24	0.53	
	②	102.41	4.07	8.26	19.93	26.23	21.68	0.20	0.31	0.19	
直角方向	①	-2.27	2.97	10.68	5.17	22.82	7.39	0.58	0.47	0.40	
	②	2.28	3.60	13.63	7.91	24.28	10.35	0.46	0.56	0.35	
	③	7.29	4.18	15.97	11.00	25.16	13.83	0.38	0.63	0.30	
	④	15.91	5.12	19.25	13.82	24.86	16.98	0.37	0.77	0.30	
	⑤	22.79	5.81	20.94	15.90	25.14	18.82	0.37	0.83	0.31	
	⑥	30.17	6.60	22.65	17.66	25.38	20.17	0.37	0.89	0.33	

5. おわりに

高架橋の上部構造と基礎構造を分離解析することによって、レベル2地震動に対する既設RC橋脚基礎の耐震評価を合理的に行うことが出来た。

しかしながら、一体構造を2つのモデルに分離する解析上の煩雑さは否定できない。今後、動的一体解析(非線形)が可能となるよう、さらなる研究を進めていきたい。

参考文献 1) 土木学会:国鉄建造物設計標準解説、基礎構造物・抗土圧構造物、昭和61年3月

2) 大阪市土木・建築構造物震災対策技術検討会、報告書(案)、平成9年3月